

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХРОСОМНЫХ ЧИСЕЛ ХВОЙНЫХ ПРИ ИХ
ИНТРОДУКЦИИ И СЕЛЕКЦИИ**

Т.С. СЕДЕЛЬНИКОВА, доктор биологических наук;

А.В. ПИМЕНОВ, кандидат биологических наук

Учреждение Российской академии наук Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского
отделения РАН, г. Красноярск, Россия**Введение**

Представители класса хвойные (Coniferopsida), включающего около 600 видов, широко распространены по всему земному шару и являются основными лесообразователями умеренной зоны северного и южного полушарий. Насаждения хвойных, наряду с их хозяйственной ценностью, имеют высокое оздоровительное и эстетическое значение, при этом многие виды отличаются декоративностью и успешно интродуцируются в различных географических регионах, далеких от естественных ареалов. Определение числа хромосом как одного из диагностических признаков вида представляет значительный интерес не только для решения вопросов систематики и эволюции хвойных, но также и для разработки научных основ их селекции и интродукции. Большинство представителей данной группы растений отличаются постоянством числа хромосом и стабильностью кариотипа. Однако в последнее время появляются данные о том, что среди отдельных видов, разновидностей и форм хвойных встречаются растения с нарушениями числа хромосом [10, 11]. В настоящем сообщении впервые обобщены результаты изучения хромосомных чисел хвойных при их интродукции и селекции в дендрариях, парках и лесных опытных хозяйствах.

Материалы и методы

Семенной материал для исследований собирался с деревьев, произрастающих в различных районах России, Чехии, Болгарии, Киргизии и Франции. Подсчет хромосомных чисел осуществлялся в метафазных клетках меристематических тканей кончиков корней. Семена проращивали в чашках Петри, проростки длиной 0,5-1,0 см обрабатывали 1% р-ром колхицина в течение 4-6 часов, затем фиксировали спиртово-уксусной смесью (3:1). Окрашивание проростков производили 1% р-ром железоацетогематоксилина. Для просмотра использовали «давленные» препараты, приготовленные стандартным способом: исследуемый кончик корешка помещали на предметное стекло в 65% р-р хлоралгидрата и раздавливали под покровным стеклом. Препараты просматривали под микроскопом (окуляр $\times 10$, объектив $\times 90$).

Результаты и обсуждение

В семействе сосновые (Pinaceae Spreng. ex F. Rudolphi) нами исследованы представители 2 родов – *Pinus* L. (сосна) и *Picea* A. Dietr. (ель), которые часто используются в целях озеленения и при создании искусственных насаждений. Изучены числа хромосом у 7 видов рода *Pinus*, а также у 1 межвидового гибрида [7, 9]. Установлено, что диплоидный набор видов рода *Pinus* включает 24 хромосомы ($2n = 24$). В искусственных посадках сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), созданных за пределами видового ареала, обнаружено изменение числа хромосом. Так, в семенном потомстве деревьев сосны обыкновенной в парковых насаждениях (парк Победы) г. Ессентуки Ставропольского края выявлена миксоплоидия ($2n = 24, 48$). В культурах *P. sylvestris* в окрестностях г. Калач-на-Дону Волгоградской области также обнаружена

миксоплоидия ($2n = 24, 36; 2n = 24, 48$), встречающаяся с частотой 1,4%.

В дендрарии «Софронка» в окрестностях г. Пльзень (Чехия) исследованы следующие виды сосен: интродуцированная из США (штат Айдахо) сосна горная веймутова (*Pinus monticola* Douglas ex D. Don); интродуцированная из Македонии сосна балканская (*Pinus peuce* Griseb.); интродуцированная из Сербии сосна приморская (*Pinus pinaster* Aiton); интродуцированная из США (штат Аризона) сосна белая юго-западная (*Pinus strobiformis* Engelm.); интродуцированная из Испании (провинция Ла Кабанезе) сосна горная древовидная (*Pinus uncinata* Mill. ex Mirb.), а также межвидовой гибрид сосен скрученной и Банкаса (*Pinus contorta* Dougl. ex Loud. x *Pinus banksiana* Lamb.). Миксоплоидия ($2n = 24, 36$) обнаружена у *P. pinaster*. Высокая вариабельность хромосомных чисел ($2n = 24, 25; 2n = 24, 48; 2n = 24, 25, 48$) отмечена у *P. uncinata*. У гибрида *P. contorta* x *P. banksiana* также наблюдалась миксоплоидия ($2n = 24, 36; 2n = 24, 48$). Встречаемость миксоплоидов у данных видов сосен и межвидового гибрида составляет 1-5%. У сосны желтой (*Pinus ponderosa* Laws.), интродуцированной в Аксуйском лесном опытном хозяйстве Института леса НАН Киргизской Республики (пос. Теплоключенка), отклонений от нормального числа хромосом не выявлено.

Проведено изучение чисел хромосом у 2 видов рода *Picea* – ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) Karst., syn. *Picea excelsa* (Lam) Link), которые являются диплоидами с основным числом хромосом $2n = 24$. Исследованы 5 декоративных форм ели сибирской – длиннохвойная (*P. obovata* f. *densiflora* Lucznik), светящаяся (*P. obovata* f. *lucifera* Lucznik), желтая (*P. obovata* f. *lutescens* Lucznik), плакучая (*P. obovata* f. *pendula* Lucznik), семинская (*P. obovata* f. *seminskiensis* Lucznik) в посадках дендрария Института леса им. В.Н. Сукачева в окрестностях г. Красноярск. В семенном потомстве деревьев декоративных форм ели (кроме f. *pendula*) содержатся 1-2 добавочные, или В-хромосомы [4].

У ели обыкновенной в парковых насаждениях в окрестностях г. Парижа (Франция) также было выявлено нарушение числа хромосом – миксоплоидия ($2n = 24, 48$), обнаруженная в семенном потомстве [9]. Ранее среди сеянцев ели обыкновенной в теплицах и лесных питомниках были найдены гаплоидные ($2n = 12$) растения. Варьирование числа хромосом от 12 до 24 с тенденцией к меньшему числу отмечено у сеянцев ели, выращенных из полиэмбриональных семян [5]. Имеются сообщения о нахождении у двух высокодекоративных видов – *Picea engelmannii* (Parry) Engelm. и *Picea pungens* Engelm., широко распространенных в качестве интродуцентов под общим названием «американская голубая ель», добавочных хромосом и миксоплоидов [1, 12]. В настоящее время накапливаются материалы о том, что присутствие небольшого числа добавочных хромосом может иметь для растений, и, в частности, для видов рода *Picea*, адаптивное значение [2, 3].

В семействе кипарисовые (Cupressaceae Gray) нами исследованы представители 3 родов – туя (*Thuja* L.), кипарис (*Cupressus* L.) и кипарисовик (*Chamaecyparis* Spach), в диплоидном наборе которых содержится 22 хромосомы ($2n = 22$). Изучен широко распространенный в интродукции вид рода *Thuja* – туя восточная, или биота (*Thuja orientalis* L., syn. *Biota orientalis* (L.) Endl.). Сбор семян производился с растений-интродуцентов, представленных различными морфотипами по строению кроны, в парковых насаждениях и дендрариях следующих регионов: г. Ессентуки, парк «Лечебный» (Ставропольский край); г. Калач-на-Дону (Волгоградская область); г. Чолпон-Ата, дендрарий «Долинка» (Киргизия); г. София, квартал «Симеоново», подножие горного массива Витоша (Болгария); горный массив Рила, лесхоз «Рильский монастырь» (Болгария). Миксоплоидия ($2n = 19, 22, 44; 2n = 22, 24, 33; 2n = 22, 33; 2n = 22, 33, 44$) выявлена в семенном потомстве деревьев, произрастающих в Волгоградской области, Киргизии, Болгарии [8, 9]. При этом установлено, что у туи восточной

миксоплоиды встречаются с высокой частотой – в отдельных образцах до 100% исследуемых проростков содержат клетки с измененным числом хромосом.

У представителя рода *Cupressus* – кипариса арizonского (*Cupressus arizonica* Greene), интродуцированного в дендрарии Лесотехнического университета г. София (Болгария) из Северной Америки, найдена миксоплоидия ($2n = 22, 33, 44$). На территории Болгарии исследован представитель рода *Cupressus*, также интродуцированный из Северной Америки – кипарисовик Лаусона (*Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murr.) Parl.). В семенном потомстве деревьев, использованных для озеленения приусадебного участка в окрестностях с. Петково в Родопях, а также в искусственных насаждениях данного вида в лесхозе «Осогово» в г. Кюстендил и городском сквере в г. Благоевград, обнаружена миксоплоидия ($2n = 22, 26; 2n = 22, 44$).

Результаты исследований ряда авторов свидетельствуют о том, что спорадически возникающие в популяциях хвойных полиплоиды, анеуплоиды и миксоплоиды могут обеспечивать генетический материал для возникновения новых форм, рас и даже видов. Отмечено, что в результате селекционной работы также появляются растения с измененным числом хромосом. Так, в семействе Cupressaceae у декоративных форм туи гигантской (*T. gigantea* Nutt. var. *gracilis* Beissn., syn. *T. plicata* var. *gracilis* Oud.) найдены гаплоидные деревья ($2n = 11$), а также химерные особи. Многие декоративные формы других видов семейства Cupressaceae, представляющие собой расы или сорта и демонстрирующие широкий спектр окраски хвои и форм кроны, являются полиплоидами. В частности, у представителей семейства Cupressaceae из рода можжевельник (*Juniperus* L.) найдено несколько полиплоидных видов и рас [5, 11]. Некоторые искусственно полученные сорта можжевельника китайского (*Juniperus chinensis* L.), например, Alba, Armstrongii, Blue Cloud, Helzii, Old Gold и др. представляют собой триплоиды или тетраплоиды [6]. По данным, приведенным в обзоре [11], выращенный в одном из питомников Германии сорт можжевельника с широко раскидистыми ветвями, названный в честь селекционера Вильгельма Фитцера Pfitzeriana, является тетраплоидом ($2n = 44$), который возник в результате гибридизации двух видов – *Juniperus chinensis* x *Juniperus sabina* L.

У представителя семейства таксодиевые (Taxodiaceae Warm.) из рода криптомерия (*Cryptomeria* D. Don.) – криптомерии японской (*Cryptomeria japonica* L. fil. D. Don) среди сортов Hinode, Urusebaru, Kamiukena-6 имеются триплоидные растения [6]. Экспериментально полученные в Институте Лесной Генетики в Плацервилле, США, сеянцы-колхиплоиды двух видов семейства Taxodiaceae из родов секвойя (*Sequoia* Endl.) и секвойядендрон (*Sequoiadendron* Buchh.) – секвойи вечнозеленой (*Sequoia sempervirens* (Lamb.) Endl.) и секвойядендрона гигантского (*Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) Buchh.), отличались от нормальных растений по морфологии хвои и особенностям роста [11].

Среди представителей семейства Pinaceae, характеризующихся высокими декоративными качествами, также найдены растения с отклоняющимся от нормального числом хромосом. Перспективный для интродукции вид из рода лжетсуга (*Pseudotsuga* Carr.) – лжетсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) с $2n = 26$ является одним из примеров, подтверждающих возможное его происхождение от другого представителя Pinaceae, имеющего 24 хромосомы, в результате центромерного деления мелкой хромосомы. У высокодекоративного вида из рода лжелиственница (*Pseudolarix* Gord.) – золотой лиственницы (*Pseudolarix amabilis* (Nels.) Rehd.), отличающейся яркой осенней золотистой окраской хвои, число хромосом увеличено до $2n = 44$. Ранее этот вид считался полиплоидом. Однако структура кариотипа золотой лиственницы, состоящего из 20 пар акроцентрических и 2 пар метацентрических хромосом, дает основание предполагать, что данный вид произошел от предка с $2n = 12$ в результате центрического деления 10 хромосом [6, 11].

Заключение

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что у хвойных процесс интродукции сопровождается повышением изменчивости числа хромосом, что, вероятно, является следствием акклиматизации растений в новых условиях произрастания и может иметь адаптивное значение. Установлено, что декоративные виды и формы различных видов хвойных также характеризуются вариабельностью хромосомных чисел. Очевидно, что изменчивость хромосомных чисел, связанная с повышением генетического разнообразия, является одним из факторов, позволяющих успешно осуществлять мероприятия по интродукции и проводить селекционную работу по выведению новых сортов и форм среди видов хвойных.

Авторы выражают большую признательность сотруднику Лесотехнического университета (г. София, Болгария) А.Н. Ташеву за предоставление семенного материала для исследований.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы Президиума РАН «Биологическое разнообразие» (проект СО РАН № 27.2).

Список литературы

1. Владимирова О.С., Муратова Е.Н., Карпюк Т.В. Числа хромосом некоторых видов *Picea* и *Larix* // Бот. журнал. – 2007. – Т. 91, № 5. – С. 781-782.
2. Кунах В.А. Додаткові або В-хромосоми рослин. Походження і біологічне значення // Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. – 2010. – Т. 8, № 1. – С. 99-139.
3. Муратова Е.Н. В-хромосомы голосеменных // Успехи соврем. биол. – 2000. – Т. 120, № 5. – С. 452-465.
4. Муратова Е.Н., Владимирова О.С., Седельникова Т.С. Числа хромосом некоторых представителей голосеменных растений // Бот. журнал. – 2001. – Т. 86, № 8. – С. 143-144.
5. Муратова Е.Н., Круклис М.В. Полиплоидия, анеуплоидия и гаплоидия у голосеменных растений // Цитология и генетика. – 1982. – № 6. – С. 56-66.
6. Муратова Е.Н., Круклис М.В. Хромосомные числа голосеменных растений. – Новосибирск, 1988. – 117 с.
7. Седельникова Т.С. Хромосомные и геномные мутации у сосны обыкновенной в Нижнем Поволжье // Лесоведение. – 2003. – № 6. – С. 28-33.
8. Числа хромосом некоторых видов хвойных / Седельникова Т.С., Пименов А.В., Вараксин Г.С., Янковска В. // Бот. журнал. – 2005. – Т. 90, № 10. – С. 1611-1612.
9. Числа хромосом некоторых видов хвойных в дендрариях и парковых насаждениях / Седельникова Т.С., Пименов А.В., Онучин А.А., Янковска В. // Бот. журнал. – 2008. – Т. 93, № 1. – С. 157-158.
10. Седельникова Т.С., Муратова Е.Н., Пименов А.В. Изменчивость хромосомных чисел голосеменных растений // Успехи соврем. биол. – 2010. – Т. 30, № 6. – С. 557-568.
11. Ahuja M. R. Polyploidy in gymnosperms: revisited // *Silvae Genetica*. – 2005. – Vol. 54, № 2. – P. 59-69.
12. Teoh S.B., Rees H. B-chromosomes in white spruce // *Proc. Roy. Soc. B*. – 1977. – Vol. 198, № 1133. – P. 325-344.

Рекомендовано к печати д.б.н. Захаренко Г.С.